

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002758

International filing date: 22 February 2005 (22.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-117180  
Filing date: 12 April 2004 (12.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 March 2005 (24.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

03.03.2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   4 月 1 2 日  
Date of Application:

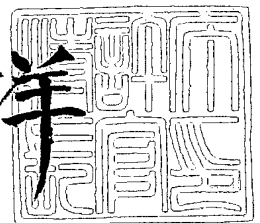
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 1 1 7 1 8 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 4 - 1 1 7 1 8 0 ]

出      願      人            住 友 電 気 工 業 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   1 月 1 7 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



出 証 番 号   出 証 特 2 0 0 5 - 3 0 0 0 1 7 2

【書類名】 特許願  
【整理番号】 103I0225  
【提出日】 平成16年 4月12日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 33/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内  
    【氏名】 天羽 映夫  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内  
    【氏名】 石津 定  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内  
    【氏名】 桧垣 賢次郎  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内  
    【氏名】 筑木 保志  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内  
    【氏名】 福田 洋  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002130  
    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号  
    【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100087701  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 稲岡 耕作  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100101328  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 川崎 実夫  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011028  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9716241

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

基材と、当該基材の表面に形成した、半導体発光素子搭載のための電極層、および半導体発光素子からの光を反射するための反射層のうちの少なくとも一方として機能する、Ag、Alまたはこれらの金属を含む合金からなる金属膜とを備えるとともに、上記金属膜を構成する金属または合金の結晶粒の、金属膜の面方向の粒径を $0.5\mu\text{m}$ 以下、当該金属膜の表面の中心線平均粗さRaを $0.1\mu\text{m}$ 以下としたことを特徴とする半導体発光素子搭載部材。

**【請求項 2】**

基材上に密着層とバリア層とをこの順に形成し、その上に金属膜を形成した請求項 1 記載の半導体発光素子搭載部材。

**【請求項 3】**

金属膜を、AgおよびAlのうちの少なくとも一種の金属と、それ以外の他の金属とを含み、かつ他の金属の含有割合を $0.001\sim 10$ 重量%とした合金にて形成した請求項 1 記載の半導体発光素子搭載部材。

**【請求項 4】**

他の金属として、Cu、Mg、Si、Mn、Ti、およびCrからなる群より選ばれた少なくとも一種を用いた請求項 3 記載の半導体発光素子搭載部材。

**【請求項 5】**

金属膜の膜厚を $0.5\sim 3\mu\text{m}$ とした請求項 1 記載の半導体発光素子搭載部材。

**【請求項 6】**

金属膜を、Al単独で、またはAlと他の金属との合金にて形成した請求項 1 記載の半導体発光素子搭載部材。

**【請求項 7】**

基材の熱膨張係数を、 $1\times 10^{-6}/\text{K}\sim 10\times 10^{-6}/\text{K}$ とした請求項 1 記載の半導体発光素子搭載部材。

**【請求項 8】**

基材の熱伝導率を $80\text{W}/\text{mK}$ 以上とした請求項 1 記載の半導体発光素子搭載部材。

**【請求項 9】**

平板状のサブマウントである請求項 1 記載の半導体発光素子搭載部材。

**【請求項 10】**

請求項 1 記載の半導体発光素子搭載部材に半導体発光素子を搭載したことを特徴とする半導体発光装置。

**【請求項 11】**

出力が $1\text{W}$ 以上である請求項 10 記載の半導体発光装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】半導体発光素子搭載部材と、それを用いた半導体発光装置

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、半導体発光素子を搭載するための半導体発光素子搭載部材と、当該半導体発光素子搭載部材に半導体発光素子を搭載した半導体発光装置とに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体発光素子搭載部材を構成する基材の素子搭載面、反射面などに形成する、素子搭載のための電極層、および／または素子からの光を反射するための反射層として機能する金属膜を、半導体発光装置の実効的な発光効率を高めるべく、材料特性として光の反射率に優れた Ag や Al など形成することが行われる（例えば特許文献 1～3 参照）。

【特許文献 1】特開平 9-293904 号公報（請求項 1、2、第 0015 欄～第 0017 欄、図 1、図 2）

【特許文献 2】特開 2002-217456 号公報（第 0013 欄～第 0014 欄、図 1、図 2）

【特許文献 3】特開 2002-232017 号公報（請求項 1、第 0016 欄～第 0021 欄、図 1）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

ところが Ag や Al などは、確かに材料特性としては光の反射率に優れているものの、実際に基材上の素子搭載面、反射面などに形成した金属膜は、多くの場合、表面の平滑性が十分でなく光が乱反射するために、実効的な高い反射率が得られないという問題がある。

## 【0004】

特に近年、実用化が進行しつつある、出力が 1 W 以上といった大出力の半導体発光装置では、大電流を流すために、電極層として用いる金属膜の膜厚を大きくして抵抗値を下げなければならないが、膜厚の大きい金属膜ほど、その表面には凹凸が発生しやすいことから、高い反射率が得られないのが現状である。

## 【0005】

また、この光の反射率の低下は、紫外線発光用の半導体発光装置や、あるいは蛍光体と組み合わせて白色発光させる半導体発光装置などにおける、450 nm 以下の短波長の光において特に顕著であり、金属膜表面の凹凸が大きいほど、かかる短波長の光の実効的な反射率が大幅に低下してしまうという問題がある。

## 【0006】

また近年、半導体発光素子搭載部材に半導体発光素子を搭載する方法として、Au バンプを用いたフリップチップ実装が一般化しつつあるが、フリップチップ実装では、半導体発光素子搭載部材の電極層と、Au バンプとの接触面積が小さいため、実用的な実装の強度を確保するために、当該電極層としての金属膜の、基材への密着力を向上するとともに、金属膜自体の機械的な強度を向上することが求められる。

## 【0007】

また、Ag や Al などはマイグレーションを生じやすい材料であるため、とくに前記のように大きい電流を流す必要のある大出力の半導体発光装置において、高い信頼性が得られないという問題もある。

## 【0008】

この発明の目的は、電極層および／または反射層として機能する金属膜における、光の実効的な反射率を、これまでよりも向上した半導体発光素子搭載部材を提供することにある。

またこの発明の他の目的は、上記金属膜の、基材への密着力、機械的な強度、ならびに

信頼性をこれまでよりも向上した半導体発光素子搭載部材を提供することにある。

そしてこの発明のさらに他の目的は、上記の半導体発光素子搭載部材を用いた、発光特性などにすぐれた半導体発光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1記載の発明は、基材と、当該基材の表面に形成した、半導体発光素子搭載のための電極層、および半導体発光素子からの光を反射するための反射層のうちの少なくとも一方として機能する、Ag、Alまたはこれらの金属を含む合金からなる金属膜とを備え、とともに、上記金属膜を構成する金属または合金の結晶粒の、金属膜の面方向の粒径を $0.5\mu\text{m}$ 以下、当該金属膜の表面の中心線平均粗さRaを $0.1\mu\text{m}$ 以下としたことを特徴とする半導体発光素子搭載部材である。

【0010】

請求項2記載の発明は、基材上に密着層とバリア層とをこの順に形成し、その上に金属膜を形成した請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項3記載の発明は、金属膜を、AgおよびAlのうちの少なくとも一種の金属と、それ以外の他の金属とを含み、かつ他の金属の含有割合を $0.001\sim 10$ 重量%とした合金にて形成した請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

【0011】

請求項4記載の発明は、他の金属として、Cu、Mg、Si、Mn、Ti、およびCrからなる群より選ばれた少なくとも一種を用いた請求項3記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項5記載の発明は、金属膜の膜厚を $0.5\sim 3\mu\text{m}$ とした請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項6記載の発明は、金属膜を、Al単独で、またはAlと他の金属との合金にて形成した請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

【0012】

請求項7記載の発明は、基材の熱膨張係数を、 $1\times 10^{-6}/\text{K}\sim 10\times 10^{-6}/\text{K}$ とした請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項8記載の発明は、基材の熱伝導率を $80\text{W}/\text{mK}$ 以上とした請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

請求項9記載の発明は、平板状のサブマウントである請求項1記載の半導体発光素子搭載部材である。

【0013】

請求項10記載の発明は、請求項1記載の半導体発光素子搭載部材に半導体発光素子を搭載したことを特徴とする半導体発光装置である。

請求項11記載の発明は、出力が $1\text{W}$ 以上である請求項10記載の半導体発光装置である。

【発明の効果】

【0014】

請求項1の構成によれば、金属膜の表面をこれまでよりも平滑化することができる。

すなわち金属膜は、当該金属膜を構成する金属または合金の結晶粒の、面方向の粒径が大きいほど、個々の結晶粒の、金属膜の表面に露出した部分の形状に基づいて、その表面の凹凸が大きくなる傾向がある。また金属膜の表面形状は、下地としての基材の表面形状などの影響も受け、基材の表面粗さが大きいほど、金属膜表面の凹凸が大きくなる傾向がある。そして金属膜表面の凹凸が大きくなるほど、前記のように光が乱反射しやすくなるため、反射率が低下する傾向がある。

【0015】

これに対し、請求項1に記載したように、金属膜を構成する個々の結晶粒の、金属膜の面方向の粒径を $0.5\mu\text{m}$ 以下として、当該個々の結晶粒の、金属膜の表面に露出した部分の形状に基づく金属膜表面の凹凸をできるだけ小さくするとともに、基材表面の表面形

状などを調整することによって、金属膜の表面の中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.1 \mu m$  以下にすると、金属膜の表面をこれまでよりも平滑化して、光の反射率を向上することができる。

#### 【0016】

したがって請求項1記載の発明によれば、Ag、Alまたはこれらの金属を含む合金からなる金属膜における、実効的な光の反射率、特に波長  $450 nm$  以下の、短波長の光の反射率をこれまでよりも向上することが可能となる。

#### 【0017】

また請求項2記載の発明によれば、基材上に、基材を構成する、例えばセラミックとの密着力に優れた密着層を形成するとともに、この密着層の上に、素子搭載時等の後工程での熱履歴（およそ  $300^\circ C$  以下程度）による、金属膜を構成するAgやAlと、密着層を構成するTiなどとの反応を抑制して密着力の低下を防止するべく、AgやAlの密着層への拡散を防止するためのバリア層を形成し、さらにその上に上記の金属膜を形成してあるため、金属膜の、基材への密着力をこれまでよりも向上することができる。

#### 【0018】

さらに請求項3記載の発明によれば、金属膜を、AgおよびAlのうちの少なくとも一種の金属と、それ以外の他の金属とを所定の割合で含む合金にて形成してあるため、その機械的な強度を向上することができる。また合金とすることでAgやAlのマイグレーションを防止することもできる。このため金属膜の機械的な強度や信頼性を、これまでよりも向上することができる。

なお上記合金を構成する他の金属としては、請求項4に記載したように、Cu、Mg、Si、Mn、Ti、およびCrからなる群より選ばれた少なくとも一種を挙げることができる。

また金属膜の膜厚は、表面の平滑性を維持しつつできるだけ大電流を流すことを考慮すると、請求項5に記載したように  $0.5 \sim 3 \mu m$  とするのが好ましい。

#### 【0019】

また、特に波長  $400 nm$  以下という短波長の光を発する半導体発光素子と組み合わせて使用する場合には、金属膜を形成する主体の金属として、かかる短波長の光の反射性に特に優れたAlを用いるのが好ましい。すなわち請求項6に記載にしたように金属膜を、Al単独で、またはAlと他の金属との合金にて形成するのが好ましい。

#### 【0020】

半導体発光素子の搭載時や、あるいは実使用時の熱履歴によって生じる熱応力を低減して、半導体発光装置の信頼性を向上することを考慮すると、基材としては、半導体発光素子と熱膨張係数が近いものを使用するのが好ましい。すなわち請求項7に記載したように、基材の熱膨張係数を、 $1 \times 10^{-6} / K \sim 10 \times 10^{-6} / K$  とするのが好ましい。

また半導体発光装置の大出力化に対応すべく放熱性を高めるためには、請求項8に記載したように、基材の熱伝導率を  $80 W/mK$  以上とするのが好ましい。

#### 【0021】

さらに半導体発光素子搭載部材が、請求項9に記載したように、半導体発光素子の発光部にサイズの近いサブマウントである場合には、当該サブマウント上に半導体発光素子を搭載した半導体発光装置を、従来は半導体発光素子を直接に搭載していた安価なパッケージなどにそのまま搭載できるため応用範囲が広いという利点がある。

#### 【0022】

また請求項10記載の半導体発光装置は、上記この発明の半導体発光素子搭載部材を用いているため、発光特性などに優れたものとすることができる。特に  $450 nm$  以下の短波長の光を発光する半導体発光素子と組み合わせることによって紫外線発光用として、あるいは上記短波長の光を発光する半導体発光素子および蛍光体と組み合わせることによって白色発光用として、発光特性に優れた半導体発光装置を得ることができる。

また上記半導体発光装置の構成は、請求項11に記載したように、出力が  $1 W$  以上である大出力の装置に好適である。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0023】

図1(a)は、この発明の半導体発光素子搭載部材の、実施の形態の一例としてのサブマウント1を示す断面図である。また図1(b)は、上記サブマウント1に半導体発光素子LE1を搭載した半導体発光装置LE2を示す断面図である。

## 【0024】

これらの図に見るようにこの例のサブマウント1は、平板状の基材10の、図において上面側に、面方向の中央に狭いギャップを設けて互いに絶縁した状態で、半導体発光素子LE1を搭載するための電極層と、半導体発光素子からの光を反射するための反射層とを兼ねる2つの金属膜11、12を形成してなる。

## 【0025】

かかる2つの金属膜11、12はそれぞれ、半導体発光素子LE1の2つの極LE1a、LE1bに対応しており、両極LE1a、LE1bと、例えば図に見るようにAuバンプBPを介して接合される。そしてそれによって半導体発光素子LE1をサブマウント1上にフリップチップ実装して、半導体発光装置LE2を構成する。

## 【0026】

上記のうち基材10は、絶縁性である種々の材料にて形成することができるが、先に述べたように半導体発光素子LE1の搭載時や実使用時の熱履歴によって生じる熱応力を低減することを考慮すると、その熱膨張係数は、前記のように $1 \times 10^{-6} / \text{K} \sim 10 \times 10^{-6} / \text{K}$ とするのが好ましい。

また基材10は、半導体発光装置の大出力化に対応すべく放熱性を高めることを考慮すると、その熱伝導率が、これも前記のように $80 \text{ W/mK}$ 以上とするのが好ましい。

## 【0027】

かかる好適な熱膨張係数と熱伝導率とをとともに満足する基材10を形成しうる材料としては、例えばAlN、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、SiC、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、BeO、BN等の絶縁性のセラミック、および絶縁性のSi、ならびにこれらの複合材料などを挙げることができ、中でもコストの点では $\text{Al}_2\text{O}_3$ や、絶縁性のSiが好ましい。

## 【0028】

しかし放熱性を考慮すると、基材10の熱伝導率は、前記の範囲内でも $120 \text{ W/mK}$ 以上、中でも $160 \text{ W/mK}$ 以上、特に $200 \text{ W/mK}$ 以上とするのが好ましく、このように高い熱伝導率を達成するためにはAlNまたはSiCが好ましい。

また半導体発光素子LE1との熱膨張係数の差をできる限り小さくすることを考慮すると、基材10の熱膨張係数は、前記の範囲内でも特に $4 \times 10^{-6} / \text{K} \sim 7 \times 10^{-6} / \text{K}$ とするのが好ましく、かかる熱膨張係数を達成するためにはAlNまたは $\text{Al}_2\text{O}_3$ が好ましい。

## 【0029】

したがって半導体発光装置の大出力化に対応するための放熱機能などを最優先するならば、上記のうちでもAlNにて基材10を形成するのが特に好ましく、放熱機能がさほど要求されない場合には $\text{Al}_2\text{O}_3$ や絶縁性のSiにて基材10を形成するのが好ましい。

## 【0030】

上記基材10とともにサブマウント1を構成する金属膜11、12は、その表面をこれまでよりも平滑化して実効的な光の反射率を向上するため、前記のように、当該金属膜11、12を構成する金属または合金の結晶粒の、面方向の粒径を $0.5 \mu\text{m}$ 以下に限定するとともに、基材10の表面の表面粗さを調整するなどして、金属膜11、12の表面の中心線平均粗さRaを $0.1 \mu\text{m}$ 以下にする必要がある。

## 【0031】

結晶粒の粒径が $0.5 \mu\text{m}$ を超える場合には、個々の結晶粒の、金属膜の表面に露出した部分の形状に基づいて、例えば図3(b)に示すように、基材10上に形成した金属膜11、12の表面の凹凸が大きくなって、表面の中心線平均粗さRaが $0.1 \mu\text{m}$ を超えてしまい、図中に実線の矢印で示すように光が乱反射しやすくなるため、反射率が低下して



しまう。

#### 【0032】

これに対し、上記のように結晶粒の粒径を  $0.5\mu\text{m}$  以下の範囲とした場合には、例えば図 3 (a) に示すように個々の結晶粒の、金属膜の表面に露出した部分の形状に基づく、基材 10 上に形成した金属膜 11、12 の表面の凹凸をできるだけ小さくして、当該表面を平滑化、すなわち金属膜 11、12 の表面の中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.1\mu\text{m}$  以下に抑制できるため、図中に実線の矢印で示すように光の乱反射を抑えて、反射率を向上することができる。

#### 【0033】

なお金属膜 11、12 の表面の中心線平均粗さ  $R_a$  は、当該表面をさらに平滑化して、光の反射率をより一層、向上することを考慮すると、上記の範囲内でも  $0.05\mu\text{m}$  以下とするのが好ましく、特に  $0.03\mu\text{m}$  以下とするのが好ましい。そしてそのためには結晶粒の粒径を、上記の範囲内でも  $0.3\mu\text{m}$  以下とするのが好ましく、特に  $0.1\mu\text{m}$  以下とするのが好ましい。

#### 【0034】

結晶粒の粒径は、例えば真空蒸着法やスパッタリング法などの物理蒸着法によって金属膜 11、12 を形成する場合、その蒸着速度をできるだけ高くするか、もしくは基板温度をできるだけ低くすることによって、小さくすることができる。

#### 【0035】

すなわち物理蒸着法において、蒸着速度をできるだけ高くして金属膜 11、12 を形成すると、図 4 (a) に示すように、蒸着速度が低い図 4 (b) の場合に比べて、蒸着初期の段階で、基材 10 の表面により多数の、金属の粒子 M1 が生成し、そのそれぞれが膜成長の核 M2 として別個に成長して金属膜 11、12 が形成されるため、個々の結晶粒 M3 の粒径を小さくすることができる。

#### 【0036】

また物理蒸着法において、基板温度をできるだけ低くして金属膜 11、12 を形成すると、図 5 (a) に示すように、基板温度が高い図 5 (b) の場合に比べて、蒸着初期の段階で、基材 10 の表面に生成した金属の粒子 M1 の、図中に実線の矢印で示す移動、拡散やそれともなう複数の粒子 M1 の合体などが抑制された状態で核 M2 が成長して金属膜 11、12 が形成されるため、個々の結晶粒 M3 の粒径を小さくすることができる。

#### 【0037】

したがって物理蒸着法によって金属膜 11、12 を形成する場合は、基材 10 の種類や表面状態、形成する金属膜 11、12 の組成などを考慮に入れつつ、結晶粒の粒径が目的とする値になるように、蒸着速度や基板温度などの条件を設定すればよい。

その具体的な数値は特に限定されないものの、蒸着速度は  $1.0\text{nm/s}$  以上、中でも  $1.5\text{nm/s}$  以上、特に  $2.0\text{nm/s}$  以上とするのが好ましい。また基板温度は  $120^\circ\text{C}$  以下、中でも  $90^\circ\text{C}$  以下、特に  $60^\circ\text{C}$  以下とするのが好ましい。

#### 【0038】

金属膜 11、12 を構成する結晶粒の粒径は、下記の方法で測定した値とする。

すなわち、形成した金属膜 11、12 の表面を走査型電子顕微鏡 (SEM) などを用いて写真撮影し、次いで撮影した写真の、所定面積の範囲内に写り込んだ結晶粒の個数を計数した後、上記の所定面積を結晶粒の個数で除算して結晶粒 1 個あたりの平均面積を求め、その平均面積から、結晶粒の平面形状が円形であると仮定して粒径を算出する。

#### 【0039】

また金属膜 11、12 の表面の中心線平均粗さ  $R_a$  は、前述したように下地としての基材 10 の、表面粗さの影響も受け、結晶粒の粒径が前記の範囲内であっても、基材 10 の表面粗さが大きいと、中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.1\mu\text{m}$  以下にできないおそれがある。

よって金属膜 11、12 の表面の中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.1\mu\text{m}$  以下にするためには、基材 10 の表面を研磨するなどしてその表面粗さをできるだけ小さくしておくのが好ましい。

具体的には基材10の、金属膜11、12を形成する表面を研磨して、その中心線平均粗さRaを0.1  $\mu$ m以下、中でも0.05  $\mu$ m以下、特に0.03  $\mu$ m以下とするのが好ましい。

#### 【0040】

なお金属膜11、12の表面や基材10の表面の中心線平均粗さRaは、従来公知の種々の測定方法によって測定した表面形状から、日本工業規格JIS B0601-1994「表面粗さの定義と表示」に規定された方法によって求めることができる。

#### 【0041】

上記の性状を有する金属膜11、12は、Ag、Alまたはこれらの金属を含む合金にて形成する。詳しくは、Ag単独、Al単独、Agと他の金属との合金、Alと他の金属との合金、またはAgとAlと他の金属との合金のいずれかによって金属膜11、12を形成する。

#### 【0042】

金属膜11、12を形成する主体金属としては、Ag、Alのいずれか一方、または両方を用いることができるが、特に波長400nm以下という短波長の光を発する半導体発光素子と組み合わせて使用する場合には、かかる短波長の光の反射性に特に優れたAlが好ましい。またAlはAgより安価であるため、サブマウント1の生産コストを引き下げることができるという利点もある。

#### 【0043】

Agおよび／またはAlとともに合金を形成する他の金属としては、金属膜11、12の強度を向上するとともに、AgやAlのマイグレーションを防止する機能を有する、Cu、Mg、Si、Mn、Ti、およびCrからなる群より選ばれた少なくとも一種を挙げることができる。

#### 【0044】

かかる他の金属の含有割合は、0.001～10重量%とするのが好ましい。

他の金属の含有割合が0.001重量%未満では、当該他の金属を含有させて合金化したことによる、上述した、金属膜11、12を高強度化したり、AgやAlのマイグレーションを防止したりする効果が十分に得られないおそれがある。また10重量%を超える場合には、相対的にAgおよび／またはAlの含有割合が少なくなるため、金属膜11、12の、特に波長450nm以下の短波長の光の反射率が低下するおそれがある。

#### 【0045】

なお他の金属による上記の効果をより確実なものとするためには、当該他の金属の含有割合は、上記の範囲内でも0.01重量%以上とするのが好ましく、特に0.1重量%以上とするのが好ましい。

また光の反射率の低下をより確実に防止するためには、他の金属の含有割合は、上記の範囲内でも5重量%以下、特に3重量%以下とするのが好ましい。

他の金属を2種以上、併用する場合は、全ての他の金属の、含有割合の合計量が上記の範囲内になるように、その組成を設定すればよい。

#### 【0046】

金属膜11、12の、光の反射率は特に限定されないものの、半導体発光装置LE2の発光効率をこれまでよりもさらに向上することなどを考慮すると、例えば波長400nmの光の反射率を70%以上、中でも80%以上、特に90%以上とするのが好ましい。光の反射率は、日本工業規格JIS Z8722-2000「色の測定方法—反射及び透過物体色」に準じて測定した値とする。

#### 【0047】

また金属膜11、12の膜厚は、半導体発光装置LE2の大出力化に対応すべく抵抗値を下げることを考慮すると、0.5～3  $\mu$ mとするのが好ましい。

膜厚が0.5  $\mu$ m未満では、金属膜11、12の抵抗値を十分に低くできないため、例えば出力が1W以上といった大出力の半導体発光装置に必要な大電流を流すことができないおそれがある。また3  $\mu$ mを超える場合には、たとえ前記のような方法を講じたとして

も、金属膜 11、12 の表面の平滑性を維持できなくなって、光の反射率が低下するおそれがある。

#### 【0048】

なお、半導体発光装置 LE2 の大出力化に対応すべく抵抗値を十分に下げることが考慮すると、金属膜 11、12 の膜厚は、上記の範囲内でも特に  $0.8\mu\text{m}$  以上とするのが好ましい。

また金属膜 11、12 の表面の平滑性をさらに向上することを考慮すると、その膜厚は、上記の範囲内でも特に  $1.5\mu\text{m}$  以下とするのが好ましい。

#### 【0049】

金属膜 11、12 は、基材 10 の表面に直接に形成しても良い。しかし、フリップチップ実装に対応すべく密着力を向上することを考慮すると、前記のように基材 10 上に、Ti、Cr、NiCr、Ta、Cu およびこれら金属の化合物などからなり、基材 10 との密着力に優れた密着層を形成した上に、金属膜 11、12 を形成するのが好ましい。また、Pt、Pd、Ni、Mo、NiCr、Cu などからなり、Ag や Al などの、密着層への拡散を防止する機能を有するバリア層を、密着層と金属膜 11、12 との間に形成してもよい。

#### 【0050】

また密着層の膜厚は  $0.01\sim 1.0\mu\text{m}$  程度、バリア層の膜厚は  $0.01\sim 1.5\mu\text{m}$  程度とするのが好ましい。

さらに金属膜 11、12 の表面には、素子をはんだ付けするためのはんだバリア層やはんだ層を積層しても良い。

#### 【0051】

金属膜 11、12 やその上下の各層をパターン形成するには、例えばメタルマスクや、あるいはフォトリソグラフィによるマスクなどを使用して、当該マスクで覆われずに露出した基材 10 の表面を、前記物理蒸着法などによって選択的にメタライズすればよい。

#### 【0052】

金属膜 11、12 の、基材 10 への密着力や機械的な強度は、前記のように高ければ高いほど良く、例えばダイシヤ強度は  $10\text{MPa}$  以上、特に  $30\text{MPa}$  以上とするのが好ましい。またフリップチップ実装を考慮したボールシヤ強度は  $30\text{MPa}$  以上、特に  $60\text{MPa}$  以上とするのが好ましい。

半導体発光素子をフリップチップ実装によって搭載した場合には、高輝度で、なおかつ信頼性の高い半導体発光装置を得ることができる。

#### 【0053】

なおダイシヤ強度は、MIL規格 MIL-STD-883C METHOD 2019.4 に準じて測定した値とする。すなわちダイシヤ強度は、金属膜 11、12 上にチップを実装し、テンションゲージを応用したツールを用いて、チップの側面を、金属膜 11、12 の面方向と平行方向に押した際に、金属膜 11、12 が基材 10 から離した時の、テンションゲージの値で表すこととする。またボールシヤ強度は、金属膜 11、12 上に Au ワイヤをボールボンダし、専用のテンションゲージを用いて、1st ボンディング部のボールを横からスライドするように押した際に、ボールが取れた時の、テンションゲージの値で表すこととする。なおボールシヤ強度は、 $\phi 30\mu\text{m}$  の Au ワイヤをボールボンダし、ボール潰れ径を  $\phi 90\mu\text{m}$  にした時の値とする。

#### 【0054】

上記各部からなる図の例のサブマウント 1 は、例えば当該サブマウント 1 の複数個分の大きさを有するセラミック板の片面を所定の表面粗さに研磨し、次いで個々のサブマウント 1 となる領域ごとの、金属膜 11、12 やその上下の各層を、それぞれセラミック板の全面にわたって同時にパターン形成した後、セラミック板をダイシングして個々のサブマウント 1 を切り出すことによって製造することができる。

#### 【0055】

上記各部からなるサブマウント 1 上に半導体発光素子 LE1 をフリップチップ実装によ

って搭載した、前記図 1 (b) の例の半導体発光装置 L E 2 は、金属膜 1 1、1 2 が光の反射率に優れる上、当該金属膜 1 1、1 2 を所定の配合比率の合金にて形成したり、その下に密着層やバリア層を積層したりすることによって、かかる金属膜 1 1、1 2 の密着力、機械的な強度、並びに信頼性にすぐれたものとすることができるため、前記のようにその出力が 1 W 以上、中でも 2 W 以上、特に 5 W 以上といった大出力の装置に好適である。

#### 【0056】

また上記半導体発光装置 L E 2 は、前記のように半導体発光素子 L E 1 の発光部にサイズの近いサブマウント 1 を用いたものであるため、従来は半導体発光素子を直接に搭載していた安価なパッケージなどにそのまま搭載することができる。

#### 【0057】

図 2 は、上記半導体発光装置 L E 2 を、かかるパッケージ 3 の一例に搭載した状態を示す断面図である。

すなわち図の例では、パッケージ 3 の凹部 3 b の、開口 3 c と対向する底面に設けた搭載部 3 a に、半導体発光装置 L E 2 を接着剤などによって接着、固定し、次いで金属膜 1 1、1 2 を、それぞれワイヤーボンド W B、W B を介して、パッケージ 3 に設けた一对の引き出し用のリード 3 2 a、3 2 b と電気的に結線するとともに、上記凹部 3 b に蛍光体および／または保護樹脂 F R を充てんし、さらに開口 3 c を、半導体発光素子 L E 1 からの光を透過しうる材料にて形成した封止キャップまたはレンズ L S で閉じることによって、半導体発光装置 L E 2 をパッケージ 3 に搭載している。

#### 【0058】

また図の例のパッケージ 3 は、底面に上記搭載部 3 a を備えるとともに、この搭載部 3 a 側から開口 3 c 側へ向けて外方に拡がった形状（すり鉢状）の凹部 3 0 a を有する反射部材 3 0 と、当該反射部材 3 0 の外周を囲むように接合、一体化した、その一端を凹部 3 b の開口 3 c とした筒状の枠体 3 1 と、枠体 3 1 の、図において左右両側に、当該枠体 3 1 を貫通させて配設した前記リード 3 2 a、3 2 b とで構成してある。また凹部 3 0 a の内面は反射面 3 0 b としてある。

そして半導体発光素子 L E 1 からの光を、この反射面 3 0 b によって開口 3 c の方向に反射して、レンズ L S を通してパッケージ 3 の外部に、より効率よく放射できるようにしてある。

#### 【0059】

反射部材 3 0 としては、半導体発光素子 L E 1 からの光を効率よく反射するために、その全体または少なくとも反射面 3 0 b を金属にて形成したものを用いる。また枠体 3 1 としては、一对のリード 3 2 a、3 2 b を絶縁するために、樹脂製またはセラミック製の枠体を用いる。

#### 【0060】

この発明の構成は、以上で説明した各図の例に限定されるものではない。

例えば図の例では、金属膜 1 1、1 2 を、ワイヤーボンド W B によってパッケージ 3 のリード 3 2 a、3 2 b と結線していたが、サブマウント 1 の裏面とパッケージ 3 の搭載部 3 a とにそれぞれ電極層を設けて、両電極層をはんだ付けなどして結線するようにしても良い。その場合、サブマウント 1 の金属膜 1 1、1 2 と電極層とは、例えば V i a を介して電気的に接続すればよい。

#### 【0061】

また図の例はサブマウント 1 であって、金属膜 1 1、1 2 が、フリップチップ実装に対応した電極層と反射層の機能を兼ね備えていたが、この発明の半導体発光素子搭載部材はサブマウント 1 には限定されず、半導体発光素子を直接に搭載するパッケージなどであっても良い。その際にはパッケージの電極層や反射層を、この発明で規定した特性を有する金属膜にて形成すればよい。

#### 【0062】

また金属膜が、電極層としての機能を求められず、反射層としてのみ機能すればよい場合には、膜厚は前記の限りではない。反射層としてのみ機能する金属膜の膜厚は、表面の

平滑性をさらに向上することなどを考慮すると、前記の範囲よりさらに小さい値としても構わない。

#### 【0063】

また反射層としてのみ機能する金属膜には強固な密着力が求められないため、金属膜は単層構造でも良い。

さらに反射層としてのみ機能する金属膜には機械的な強度や信頼性なども求められないため、金属膜は合金でなく Ag および / または Al 単独で、あるいは両者のみを含む合金で形成しても良い。

その他、この本発明の要旨を変更しない範囲で、種々の設計変更を施すことができる。

#### 【実施例】

##### 【0064】

以下に、本発明を、実施例、比較例に基づいて説明する。

##### 【0065】

実施例 1：

熱伝導率が  $230 \text{ W/mK}$ 、熱膨張係数が  $4.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  である窒化アルミニウム (AlN) 製で、かつ縦  $50.8 \text{ mm}$ 、横  $50.8 \text{ mm}$ 、厚み  $0.3 \text{ mm}$  の基材の両面 (主面) にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.02 \mu\text{m}$  に仕上げたものを 20 個用意した。

##### 【0066】

次に、図 1(a) に示すように、各基材 10 の一方の主面に、真空蒸着法によって、面方向の中央に狭いギャップを設けて互いに絶縁した状態で、2 つの純アルミニウム膜 11、12 を成膜して、半導体発光素子搭載部材としてのサブマウント 1 を製造した。成膜の手順は、まず、純アルミニウム膜 11、12 と同じ平面形状を有する厚み  $0.1 \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2 \mu\text{m}$  の白金製のバリア層とを、この順に、基材 10 の一方の主面に形成した上に、厚み  $2 \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 を積層した。純アルミニウム膜 11、12 の成膜条件は、基材の温度： $50^\circ\text{C}$ 、蒸着速度： $2.2 \text{ nm/s}$  とした。

##### 【0067】

形成した純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径を、前記の方法によって測定した。測定は、20 個の基板の全てについて行い、その平均値を求めたところ、 $0.05 \mu\text{m}$  であった。また、純アルミニウム膜 11、12 の表面の表面形状を測定し、その結果から、前記の方法によって中心線平均粗さ  $R_a$  を求めた。測定は、20 個の基板の全てについて行い、求めた中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.027 \mu\text{m}$  であった。

##### 【0068】

また、上記純アルミニウム膜 11、12 の表面の、光の反射率、ダイシエ強度およびボールシエ強度を、それぞれ前記の方法によって測定した。測定は、光の反射率については、20 個の基板の全てについて行い、測定値の平均値を求めた。また、ダイシエ強度とボールシエ強度については 5 個の基板について測定し、測定値の平均値を求めた。その結果、光の反射率は 95%、ダイシエ強度は  $42 \text{ MPa}$ 、ボールシエ強度は  $50 \text{ MPa}$  であった。

##### 【0069】

実施例 2：

成膜条件のうち、基材の温度を  $80^\circ\text{C}$  としたこと以外は実施例 1 と同様にして、窒化アルミニウム製の基材 10 の、一方の主面の、厚み  $0.1 \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2 \mu\text{m}$  の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み  $2 \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 を成膜してサブマウント 1 を製造した。

##### 【0070】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.20 \mu\text{m}$  であった。また、

中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.042\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 88%、ダイシェア強度は 45 MPa、ボールシェア強度は 52 MPa であった。

#### 【0071】

##### 実施例 3:

成膜条件のうち、基材の温度を  $100^\circ\text{C}$  としたこと以外は実施例 1 と同様にして、窒化アルミニウム製の基材 10 の、一方の主面の、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 を成膜してサブマウント 1 を製造した。

#### 【0072】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.40\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.085\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 75%、ダイシェア強度は 40 MPa、ボールシェア強度は 61 MPa であった。

#### 【0073】

##### 比較例 1:

成膜条件のうち、基材の温度を  $130^\circ\text{C}$  としたこと以外は実施例 1 と同様にして、窒化アルミニウム製の基材 10 の、一方の主面の、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 を成膜してサブマウント 1 を製造した。

#### 【0074】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.70\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.15\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 62%、ダイシェア強度は 43 MPa、ボールシェア強度は 62 MPa であった。

#### 【0075】

##### 実施例 4:

成膜条件のうち、蒸着速度を  $1.2\ \text{nm/s}$  としたこと以外は実施例 1 と同様にして、窒化アルミニウム製の基材 10 の、一方の主面の、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 を成膜してサブマウント 1 を製造した。

#### 【0076】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.10\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.035\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 90%、ダイシェア強度は 48 MPa、ボールシェア強度は 59 MPa であった。

#### 【0077】

##### 実施例 5:

成膜条件のうち、蒸着速度を  $1.8\ \text{nm/s}$  としたこと以外は実施例 1 と同様にして、窒化アルミニウム製の基材 10 の、一方の主面の、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 を成膜してサブマウント 1 を製造した。

#### 【0078】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.35\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.08\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 78%、ダイシェア強度は 41 MPa、ボールシェア強度は 50 MPa であった。

#### 【0079】

##### 比較例 2:

成膜条件のうち、蒸着速度を  $0.7\ \text{nm/s}$  としたこと以外は実施例 1 と同様にして、窒化アルミニウム製の基材 10 の、一方の主面の、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着

層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層とを積層した上に、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 を成膜してサブマウント 1 を製造した。

【0080】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.60\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.12\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 66%、ダイシエ強度は  $40\ \text{MPa}$ 、ボールシエ強度は  $53\ \text{MPa}$  であった。

【0081】

実施例 6:

窒化アルミニウム製の基材 10 の両面の、中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.04\ \mu\text{m}$  に仕上げたこと以外は実施例 1 と同様にして、同基材 10 の、一方の主面に、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層と、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 とを積層、形成してサブマウント 1 を製造した。

【0082】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.07\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.05\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 87%、ダイシエ強度は  $43\ \text{MPa}$ 、ボールシエ強度は  $60\ \text{MPa}$  であった。

【0083】

実施例 7:

窒化アルミニウム製の基材 10 の両面の、中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.08\ \mu\text{m}$  に仕上げたこと以外は実施例 1 と同様にして、同基材 10 の、一方の主面に、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層と、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 とを積層、形成してサブマウント 1 を製造した。

【0084】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.11\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.09\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 75%、ダイシエ強度は  $40\ \text{MPa}$ 、ボールシエ強度は  $56\ \text{MPa}$  であった。

【0085】

比較例 3:

窒化アルミニウム製の基材 10 の両面の、中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.15\ \mu\text{m}$  に仕上げたこと以外は実施例 1 と同様にして、同基材 10 の、一方の主面に、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層と、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 とを積層、形成してサブマウント 1 を製造した。

【0086】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.15\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.17\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 59%、ダイシエ強度は  $45\ \text{MPa}$ 、ボールシエ強度は  $52\ \text{MPa}$  であった。

【0087】

実施例 8:

基材 10 として、熱伝導率が  $250\ \text{W/mK}$ 、熱膨張係数が  $3.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  である高熱伝導性炭化ケイ素 (SiC) 製で、かつ、その両面 (主面) にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.02\ \mu\text{m}$  に仕上げたものを用いたこと以外は実施例 1 と同様にして、上記高熱伝導性炭化ケイ素製の基材 10 の、一方の主面に、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層と、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 とを積層、形成してサブマウント 1 を製造した。

【0088】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結

晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.028\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は94%、ダイシェア強度は40MPa、ボールシェア強度は53MPaであった。

#### 【0089】

##### 実施例9:

基材10として、熱伝導率が $90\text{W/mK}$ 、熱膨張係数が $3.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である高熱伝導性窒化ケイ素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) 製で、かつ、その両面 (主面) にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ  $R_a$  を $0.02\mu\text{m}$ に仕上げたものを用いたこと以外は実施例1と同様にして、上記高熱伝導性窒化ケイ素製の基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

#### 【0090】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.030\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は91%、ダイシェア強度は47MPa、ボールシェア強度は48MPaであった。

#### 【0091】

##### 実施例10:

基材10として、熱伝導率が $140\text{W/mK}$ 、熱膨張係数が $3.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である電気絶縁性のケイ素 ( $\text{Si}$ ) 製で、かつ、その両面 (主面) にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ  $R_a$  を $0.02\mu\text{m}$ に仕上げたものを用いたこと以外は実施例1と同様にして、上記ケイ素製の基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

#### 【0092】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.030\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は90%、ダイシェア強度は48MPa、ボールシェア強度は52MPaであった。

#### 【0093】

##### 実施例11:

基材10として、炭化ケイ素 ( $\text{SiC}$ ) に30体積%のケイ素 ( $\text{Si}$ ) を溶浸させた、熱伝導率が $80\text{W/mK}$ 、熱膨張係数が $3.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である複合材 ( $\text{Si-SiC}$ ) 製で、かつ、その両面 (主面) にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ  $R_a$  を $0.02\mu\text{m}$ に仕上げたものを用いたこと以外は実施例1と同様にして、上記複合材製の基材10の、一方の主面に、厚み $0.1\mu\text{m}$ のチタニウム製の密着層と、厚み $0.2\mu\text{m}$ の白金製のバリア層と、厚み $2\mu\text{m}$ の純アルミニウム膜11、12とを積層、形成してサブマウント1を製造した。

#### 【0094】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜11、12を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\mu\text{m}$ であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.035\mu\text{m}$ であった。また、光の反射率は89%、ダイシェア強度は45MPa、ボールシェア強度は50MPaであった。

#### 【0095】

##### 実施例12:

基材10として、実施例8で使用した高熱伝導性炭化ケイ素の粉末70重量%と、マグネシウムを0.3重量%の割合で含むアルミニウム-マグネシウム合金の粉末30重量%とを混合後、溶解鋳造して製造した、熱伝導率が $180\text{W/mK}$ 、熱膨張係数が $8.0\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である複合材 ( $\text{Al-SiC}$ ) 製で、かつ、その両面 (主面) にラップ研磨



およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.02\ \mu\text{m}$  に仕上げたものを用いたこと以外は実施例 1 と同様にして、上記複合材製の基材 10 の、一方の主面に、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層と、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 とを積層、形成してサブマウント 1 を製造した。

#### 【0096】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.032\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 92%、ダイシェア強度は 40 MPa、ボールシェア強度は 58 MPa であった。

#### 【0097】

##### 実施例 13:

基材 10 として、熱伝導率が  $20\ \text{W/mK}$ 、熱膨張係数が  $6.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$  であるアルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 製で、かつ、その両面 (主面) にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.02\ \mu\text{m}$  に仕上げたものを用いたこと以外は実施例 1 と同様にして、上記アルミナ製の基材 10 の、一方の主面に、厚み  $0.1\ \mu\text{m}$  のチタニウム製の密着層と、厚み  $0.2\ \mu\text{m}$  の白金製のバリア層と、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の純アルミニウム膜 11、12 とを積層、形成してサブマウント 1 を製造した。

#### 【0098】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.05\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.026\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 80%、ダイシェア強度は 47 MPa、ボールシェア強度は 56 MPa であった。

#### 【0099】

##### 実施例 14:

熱伝導率が  $230\ \text{W/mK}$ 、熱膨張係数が  $4.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$  である窒化アルミニウム ( $\text{AlN}$ ) 製で、かつ縦  $50.8\ \text{mm}$ 、横  $50.8\ \text{mm}$ 、厚み  $0.3\ \text{mm}$  の基材 10 の両面 (主面) にラップ研磨およびポリッシュ研磨を施して、中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.02\ \mu\text{m}$  に仕上げたものを 20 個用意した。

#### 【0100】

次に、各基材 10 の、表面の全面を薄く酸化した後、その一方の主面に直接に、真空蒸着法によって、面方向の中央に狭いギャップを設けて互いに絶縁した状態で、厚み  $2\ \mu\text{m}$  の 2 つの純アルミニウム膜 11、12 を成膜してサブマウント 1 を製造した。純アルミニウム膜 11、12 の成膜条件は、基材の温度:  $50^\circ\text{C}$ 、蒸着速度:  $2.2\ \text{nm/s}$  とした。

#### 【0101】

そして、前記と同様にして、純アルミニウム膜 11、12 を構成するアルミニウムの結晶粒の、膜の面方向の平均粒径の平均値を求めたところ、 $0.15\ \mu\text{m}$  であった。また、中心線平均粗さ  $R_a$  の平均値を計算したところ、 $0.040\ \mu\text{m}$  であった。また、光の反射率は 88%、ダイシェア強度は 22 MPa、ボールシェア強度は 32 MPa であった。

#### 【0102】

以上の結果を表 1、表 2 にまとめた。

【表 1】

	基材		製膜条件		純アルミニウム膜の特性				
	種類	Ra ( $\mu\text{m}$ )	基材温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	蒸着速度 ( $\text{nm/s}$ )	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	Ra ( $\mu\text{m}$ )	反射率 (%)	ダイヤモンド 強度 (MPa)	ダイヤモンド 強度 (MPa)
実施例 1	AlN	0.02	50	2.2	0.05	0.027	95	42	50
実施例 2	AlN	0.02	80	2.2	0.20	0.042	88	45	52
実施例 3	AlN	0.02	100	2.2	0.40	0.085	75	40	61
比較例 1	AlN	0.02	130	2.2	0.70	0.15	62	43	62
実施例 4	AlN	0.02	50	1.2	0.10	0.035	90	48	59
実施例 5	AlN	0.02	50	1.8	0.35	0.08	78	41	50
比較例 2	AlN	0.02	50	0.7	0.60	0.12	66	40	53
実施例 6	AlN	0.04	50	2.2	0.07	0.05	87	43	60
実施例 7	AlN	0.08	50	2.2	0.11	0.09	75	40	56
比較例 3	AlN	0.15	50	2.2	0.15	0.17	59	45	52

【表 2】

	基材		製膜条件		純アルミニウム膜の特性				
	種類	Ra ( $\mu\text{m}$ )	基材温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	蒸着速度 ( $\text{nm/s}$ )	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	Ra ( $\mu\text{m}$ )	反射率 (%)	ダイヤモンド 強度 (MPa)	ボールペン 強度 (MPa)
実施例 8	SiC	0.02	50	2.2	0.05	0.028	94	40	53
実施例 9	$\text{Si}_3\text{N}_4$	0.02	50	2.2	0.05	0.030	91	47	48
実施例 10	Si	0.02	50	2.2	0.05	0.030	90	48	52
実施例 11	Si-SiC	0.02	50	2.2	0.05	0.035	89	45	50
実施例 12	Al-SiC	0.02	50	2.2	0.05	0.032	92	40	58
実施例 13	$\text{Al}_2\text{O}_3$	0.02	50	2.2	0.05	0.026	80	47	56
実施例 14	AlN	0.02	50	2.2	0.15	0.040	88	22	32

## 【0103】

## 実装試験:

図 1 (b) に示すように、上記実施例、比較例で製造したサブマウント 1 の、純アルミニウム膜 11、12 と、半導体発光素子 LE 1 の 2 つの極 LE 1 a、LE 1 b とを、Au バンプ BP を介して接合することで、当該半導体発光素子 LE 1 をサブマウント 1 上にフリップチップ実装して、半導体発光装置 LE 2 を構成した。

## 【0104】

そして、この半導体発光装置 LE2 を、各実施例、比較例ごとに 10 個ずつ用意し、それを、それぞれ図 2 に示すパッケージ 3 に搭載して発光効率 (lm/W) を測定したところ、各実施例のサブマウント 1 を使用した場合は、いずれも、最も発光効率の高かった実施例 1 における発光効率の 90 ~ 100 % という高い発光効率を示した。しかし、各比較例のサブマウント 1 を使用した場合は、いずれも、実施例 1 における発光効率の 90 % 未満の低い発光効率しか得られなかった。

## 【0105】

以上の試作と試験とを、金属膜として銀膜、銀に 1 重量 % の銅を添加した鑄造合金膜、アルミニウムに 1 重量 % のケイ素を添加した鑄造合金膜についても行ったところ、ほぼ同じ傾向の結果が得られた。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0106】

【図 1】同図(a)は、この発明の半導体発光素子搭載部材の、実施の形態の一例としてのサブマウントの構造を示す断面図、同図(b)は、上記サブマウントに半導体発光素子をフリップチップ実装によって搭載した半導体発光装置の構造を示す断面図である。

【図 2】上記半導体発光装置をパッケージに搭載した状態を示す断面図である。

【図 3】同図(a)(b)はそれぞれ、金属膜を構成する個々の結晶粒の、表面に露出した部分の形状に基づいて規定される表面の凹凸の大きさと、光の乱反射の状態との関係を説明する断面図である。

【図 4】同図(a)(b)はそれぞれ、金属膜を物理蒸着法によって形成する際の蒸着速度と、形成される結晶粒の大きさととの関係を説明する図である。

【図 5】同図(a)(b)はそれぞれ、金属膜を物理蒸着法によって形成する際の基板温度と、形成される結晶粒の大きさととの関係を説明する図である。

## 【符号の説明】

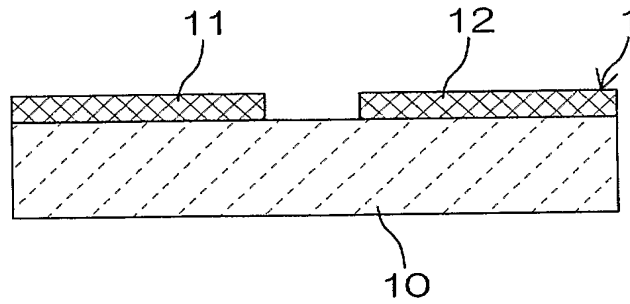
## 【0107】

- 1 サブマウント (半導体発光素子搭載部材)
- 10 基材
- 11、12 金属膜
- LE1 半導体発光素子
- LE2 半導体発光装置

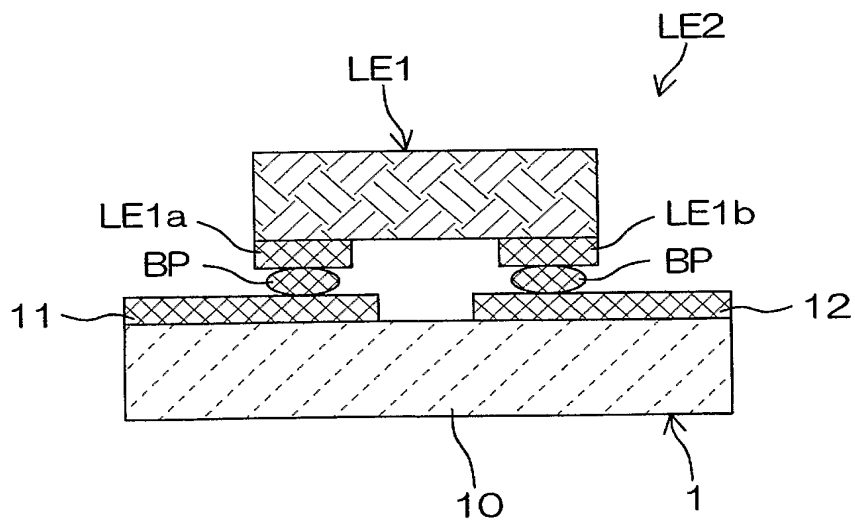
【書類名】 図面

【図 1】

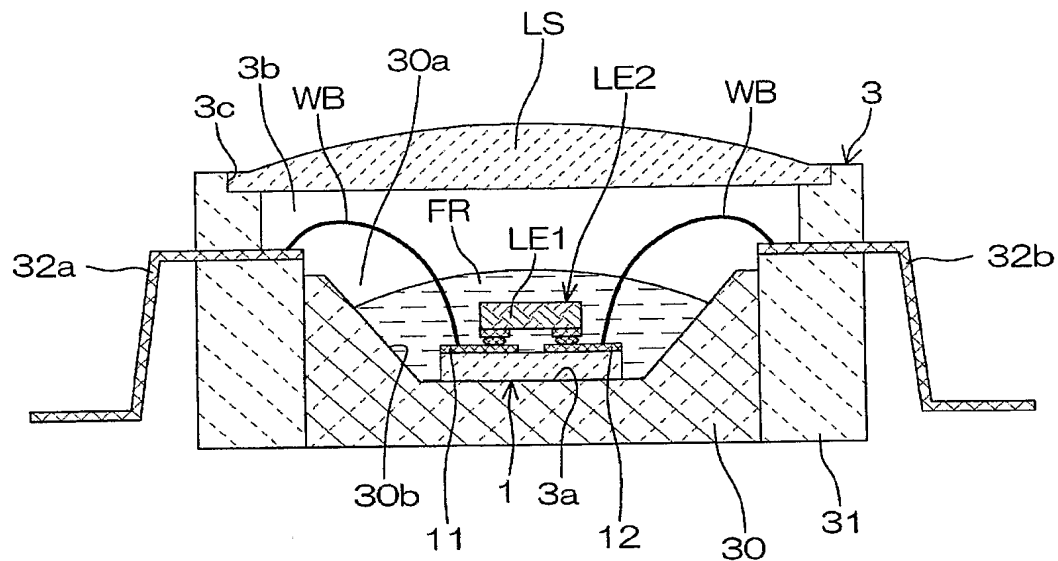
(a)



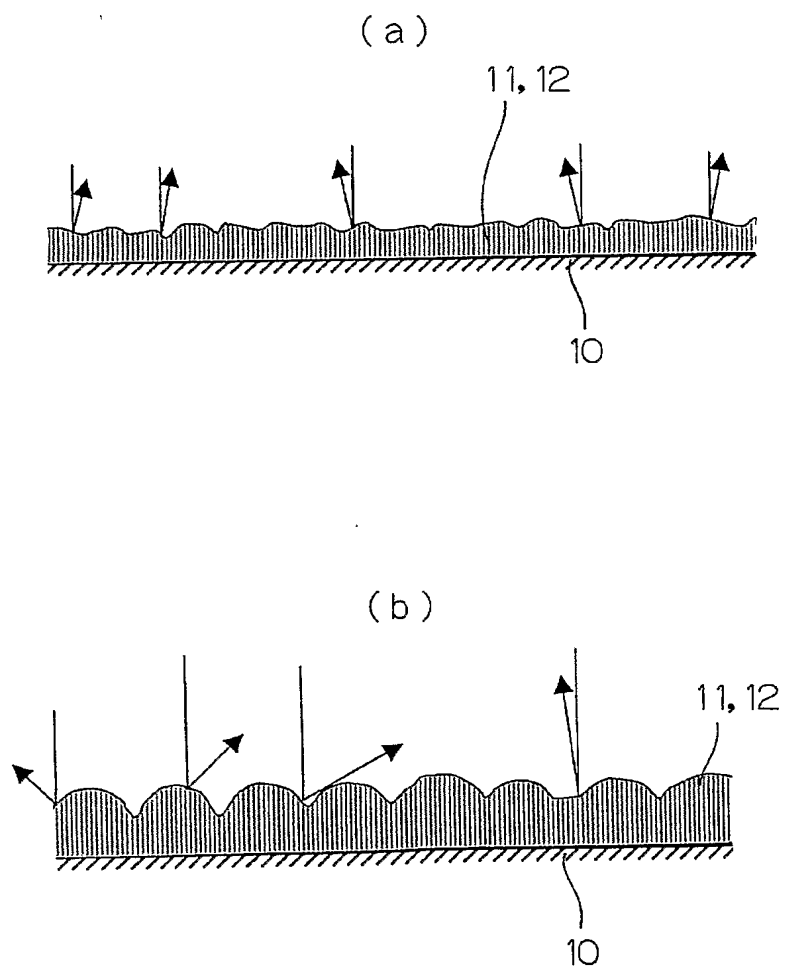
(b)



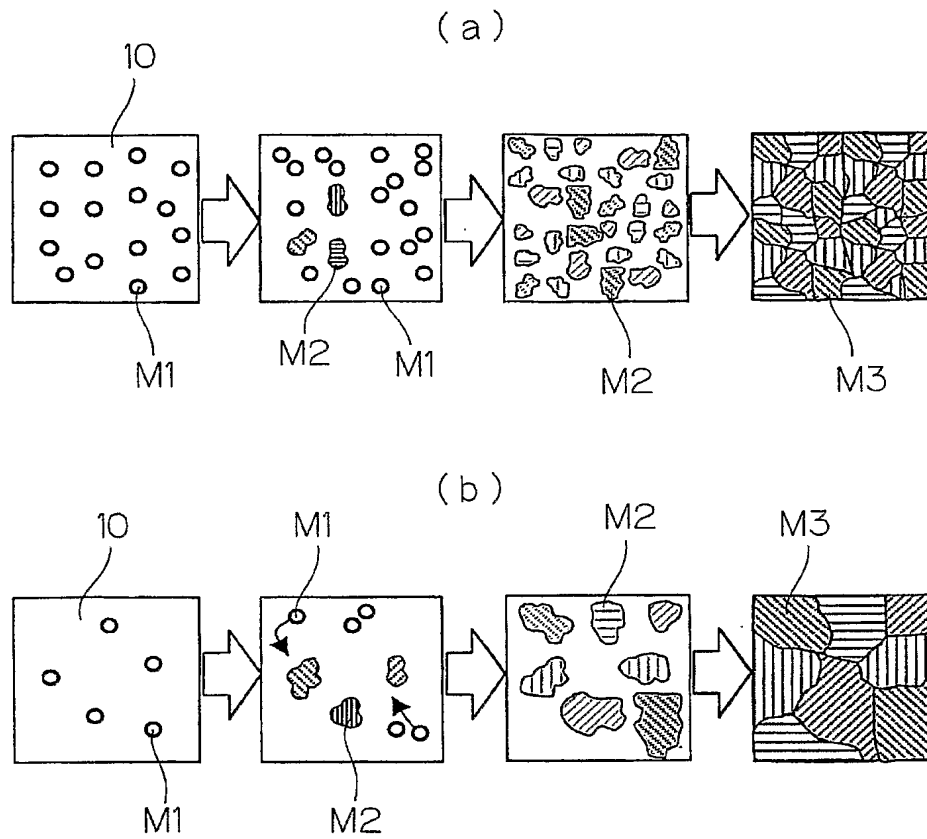
【圖 2】



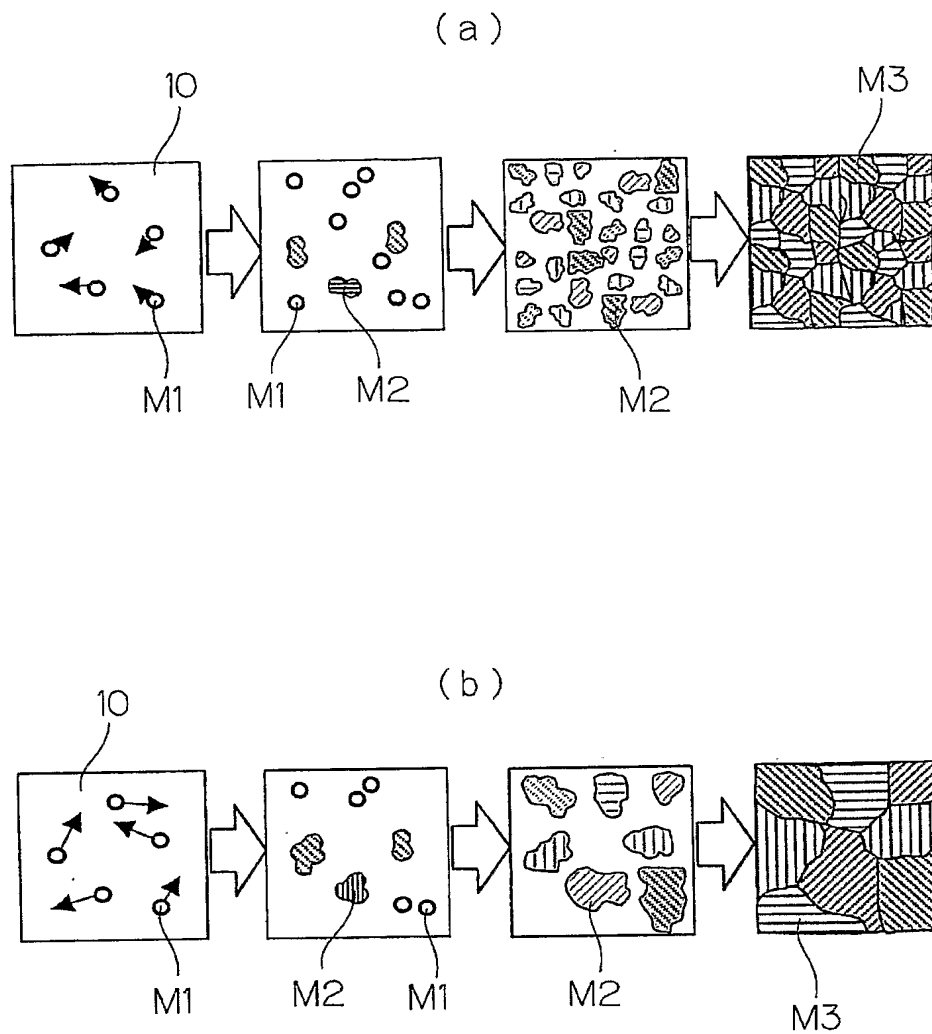
【図 3】



【図 4】



【図 5】





## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 電極層および／または反射層として機能する金属膜における、光の実効的な反射率を、これまでよりも向上した半導体発光素子搭載部材と、上記金属膜の、基材への密着力、機械的な強度、ならびに信頼性をこれまでよりも向上した半導体発光素子搭載部材と、そして上記の半導体発光素子搭載部材を用いた、発光特性などにすぐれた半導体発光装置とを提供する。

【解決手段】 半導体発光素子搭載部材（サブマウント 1）は、基材 10 上に、Ag、Al またはこれらの金属を含む合金からなり、その結晶粒の粒径を  $0.5\mu\text{m}$  以下で、かつ表面の中心線平均粗さ  $R_a$  を  $0.1\mu\text{m}$  以下とした金属膜 11、12 を形成した。半導体発光装置 LE 2 は、上記サブマウント 1 上に、半導体発光素子 LE 1 を搭載した。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 1 1 7 1 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 2 1 3 0 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名 住友電気工業株式会社